

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-020280

(43)Date of publication of application : 23.01.1998

(51)Int.Cl.

G02F 1/133

G02F 1/133

G09G 3/36

(21)Application number : 08-172026

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 02.07.1996

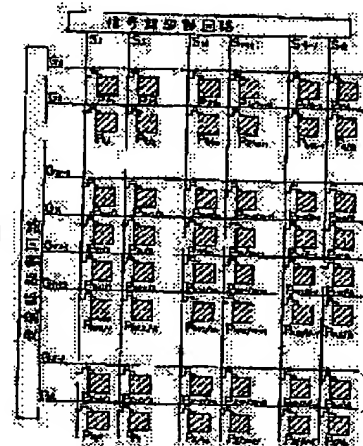
(72)Inventor : KOUDEM MITSUHIRO

(54) DRIVING METHOD OF LIQUID CRYSTAL DISPLAY ELEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a driving method for driving a memory type liquid crystal at high speed using a cholesteric/nematic phase transition type liquid crystal and a cholesteric/high-molecular composite type liquid crystal.

SOLUTION: Plural scanning electrodes G1-Gl and plural signal electrodes S1-Sk are formed in a matrix manner and a liquid crystal showing the memory property is interposed between active matrix type liquid crystal display elements prepared by using a substrate provided with switching elements at the respective intersections of the electrodes G1-Gl. The liquid crystal having the memory property is not a surface stabilized ferroelectric liquid crystal and the switching elements provided in the respective liquid crystal display elements are made to be turned on three times for writing displaying information once.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-20280

(43) 公開日 平成10年(1998) 1月23日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/133	5 5 0		G 0 2 F 1/133	5 5 0
	5 6 0			5 6 0
G 0 9 G 3/36			G 0 9 G 3/36	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-172026

(22) 出願日 平成8年(1996) 7月2日

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(72) 発明者 向殿 充浩

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

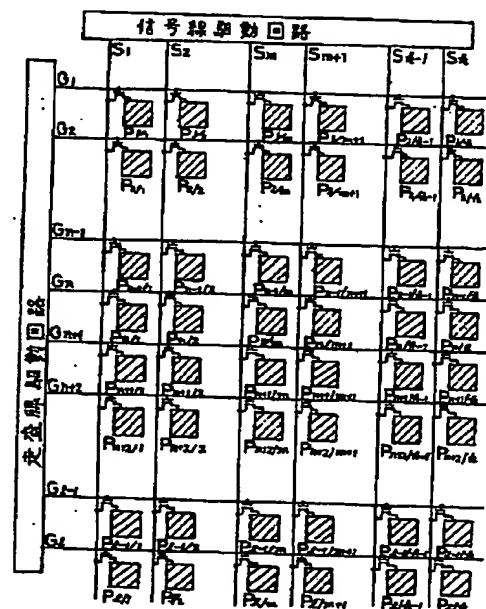
(74) 代理人 弁理士 梅田 勝

(54) 【発明の名称】 液晶表示素子の駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、液晶表示素子の駆動方法であって、アクティブマトリクス基板にメモリ性を有する液晶を組み合わせる液晶表示素子の駆動方法に関する。従来の反射型液晶ディスプレイでは、表示を行っている間は常に電圧を印加し続けなければならない、このため消費電力を十分に小さくすることは難しかった。

【解決手段】 本発明においては、複数の走査電極と複数の信号電極がマトリクス状に形成され、電極の各交点にスイッチング素子が設けられた基板を用いて作製したアクティブマトリクス型液晶表示素子に、メモリ性を示す液晶を挟持し、メモリ性を有する液晶は表面安定化強誘電性液晶ではなく、かつ各液晶表示素子に設けられたスイッチング素子を1回の表示情報の書き込みのために3回オン状態にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の走査電極と複数の信号電極がマトリクス状に形成され、電極の各交点にスイッチング素子が設けられた基板を用い、かつ、メモリ性を示す液晶が挟持されたアクティブマトリクス型液晶表示素子に対して、

第1の処理として、走査電極より信号を送ってスイッチング素子をオン状態とし、これと同期させて、求める表示に対応する正または負あるいはゼロの電圧を信号電極より送り、

第2の処理として、一定時間後に、再び走査電極より信号を送ってスイッチング素子をオン状態にし、これと同期させて、求める表示に対応する電圧を信号電極より送り、信号電極より送る電圧の極性は、前記第1の処理において信号電極より送る電圧とは逆極性で絶対値が同じであり、

第3の処理として、さらに前記一定時間後に、再び走査電極より信号を送ってスイッチング素子をオン状態にし、これと同期させて、液晶にかかる電圧がゼロとなるような信号を信号電極より送ることを特徴とする液晶表示素子の駆動方法。

【請求項2】 前記第1の処理から前記第3の処理までを複数回繰り返すことを特徴とする請求項1記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項3】 前記一定時間が18.7msecより短いことを特徴とする請求項1または2記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項4】 前記第1の処理から前記第3の処理までを繰り返す回数を n とし、液晶の応答速度を t_1 としたとき、 $t_1 < 2t_1 \cdot n$ (t_1 は前記一定時間)の関係が成り立つことを特徴とする請求項1乃至3のいずれか1つの項に記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項5】 表示状態に変化があったとき、全画素に対して、前記第1の処理から前記第3の処理までを線順次で行うことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1つの項に記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項6】 表示状態に変化がある画素が結合した走査電極上の画素に対して、前記第1の処理から前記第3の処理までを行い、表示状態に変化がない画素が結合した走査電極上の画素に対しては、駆動処理を行わないことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1つの項に記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項7】 表示状態の変化の有無にかかわらず、1分以上の一定時間ごと、あるいは指令を行ったとき、全画素に対して、前記第1の処理から前記第3の処理までを線順次で行うことを特徴とする請求項1乃至4のいずれか1つの項に記載の液晶表示素子の駆動方法。

【請求項8】 前記液晶が、コレステリック液晶／高分子複合型の双安定性液晶であることを特徴とする請求項1乃至7のいずれか1つの項に記載の液晶表示素子の駆

動方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、液晶表示素子の駆動方法に関する。さらに詳しくは、アクティブマトリクス基板にメモリ性を有する液晶を組み合わせてなる液晶表示素子の駆動方法に関する。

【0002】

【従来の技術】現在、液晶表示素子は時計、電卓はもとより、ワープロ、パソコンなどのOA機器、ポケットテレビ、など幅広い分野において用いられている。最近の傾向として大容量表示の可能な高品位の液晶表示素子が求められている。もっとも表示品位の高い大容量表示が得られるものとして一般に認められているのが、薄膜トランジスタ（以下、TFTと略称）をマトリクス上に配置したアクティブマトリクス基板にツイステッドネマチック（以下、TNと略称）液晶を組み合わせた液晶表示素子である。

【0003】ここで、メモリ性を有さない液晶をアクティブ駆動する場合の従来例を図3乃至図5に基づいて説明する。図3は液晶表示素子の等価回路図であり、各表示画素には液晶素子（図中はLCと表記）とTFTが配置されている。次にその動作を説明する。図4は液晶表示素子の表示状態を示す図である。この図における（G1, S1）の画素を例に取り説明する。

【0004】まず、ゲート電極G1に t_1 の期間、電圧 V_1 を印加し、TFTをONにする。この t_1 の期間内TFTがONになっているわけで、G1に印加される電圧がゼロになると同時にTFTはOFFになる。そして、 t_1 の期間後に再び t_1 の期間信号を送り、TFTをONにする。

【0005】さて、この t_1 が印加されている期間に同期させて、信号電極から、表示すべき画素の表示状態に応じた信号を送る。S1からはこの期間に V_1 の電圧が印加されるため、画素（G1, S1）には V_1 の電圧がかかることになり、ゲート電極に印加される電圧がゼロになった後も、画素（G1, S1）には V_1 がかかり続ける。 t_1 の期間後、再びゲート電極に V_1 が印加されたときには、これに対応して信号電極S1からは $-V_1$ の電圧が印加されている。そのため、画素（G1, S1）には、 $-V_1$ が印加されることになる。

【0006】以上より、画素（G1, S1）には、 t_1 を周期として V_1 と $-V_1$ が交互に印加されることになり、この電圧が印加されるため、液晶はONになる。

【0007】一方、（G1, S2）について言うと、G1のTFTがONになっている期間に、S2からは0Vの電圧が印加されるため、画素（G1, S2）には、0Vが印加され続けることになる。これにより、液晶はOFFとなる。

【0008】しかし、通常のTFT-TN型の液晶表示

素子は、背後にバックライトを有する透過型であり、このバックライトのために消費電力が増加するという問題点を抱えている。そのため、最近では、バックライトを用いない反射型の液晶ディスプレイの研究が活発化している。

【0009】しかし、上記のTFT-TN型の液晶表示素子を用いた反射型液晶ディスプレイでは、表示を行っている間は常に電圧を印加し続けなければならない、このため消費電力を十分に小さくすることは難しい。

【0010】その問題を解決する一つの手段は、表示を書き換えなるときには電圧を印加しない方法である。このためには、液晶自身にメモリ性が必要である。メモリ性を有する液晶としては、①強誘電性液晶、②双安定ネマティック液晶、③コレステリック／ネマティック相転移型液晶、④コレステリック／高分子複合型液晶などがある。

【0011】このうち、強誘電性液晶と双安定ネマティック液晶は通常偏光板を組み合わせて表示を行う。偏光板の透過率は50%以下なので、これらの液晶では明るい表示は得られず、反射型として好ましいとは言いがたい。これに対して、コレステリック／ネマティック相転移型液晶及びコレステリック／高分子複合型液晶は偏光板を用いずに表示を行うことができ、反射型として用いるのに好ましい。

【0012】ここで、メモリ性を有する液晶を単純マトリクス駆動する場合の従来例を図6乃至図8に基づいて説明する。

【0013】図6において、走査側の電極Row1~4と信号側の電極Col1, 2がXYマトリクス状に組合わされた単純マトリクス型液晶表示の駆動の一例を示す。以下の説明では、具体的な電圧値を用いて説明するが、あくまでも典型的な一例である。図7に示すように、2kHzの周波数の電圧(50V)を60msecの期間印加した後、1msecの期間だけ9Vおよび-9Vの電圧をかける。

【0014】これによって、その走査電極が、この期間選択される。この期間に対応した信号電極からの信号によって画素P11やP21には図8に示すような電圧波形がかかる。P11の場合、選択されている期間に印加される電圧は±13Vであり、このため液晶はONになる。一方P21では、選択されている期間に印加される電圧は±5Vであり、このため液晶はOFFとなる。メモリ性を有する液晶の場合、ここで書き込まれた表示内容がそのまま保たれるため、P11はON、P21はOFFの表示状態が維持される。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】これらのメモリ型液晶を用いて表示を行う場合、単純マトリクス駆動を考えると、1画面を表示するのに要する時間 t_1 は、 $t_1 = t_s \cdot m$

で表される。ここで、 t_s は1走査線を書き込むために要する時間(ラインアドレス時間)、 m は走査線数である。

【0016】強誘電性液晶は高速応答が可能であり、 t_s を50μsec以下にすることも可能である。もし、 $m=1000$ 本のディスプレイを考えると、1画面を表示するのに要する時間 t_1 は、

$t_1 = t_s \cdot m = 50 \mu \text{sec} \cdot 1000 = 50 \text{msec}$ となり、表示上それほど問題はない。

【0017】しかし、コレステリック／ネマティック相転移型液晶やコレステリック／高分子複合型液晶の応答速度はもっと遅く、例えば、20msec程度である。もし、 $m=1000$ 本のディスプレイを考えると、1画面を表示するのに要する時間 t_1 は、

$t_1 = t_s \cdot m = 20 \text{msec} \cdot 1000 = 20 \text{sec}$ となり、ディスプレイとして表示速度が遅く、問題となる。

【0018】本発明はこのような状況のもとになされたものであり、コレステリック／ネマティック相転移型液晶やコレステリック／高分子複合型液晶を用いたメモリ型液晶を高速駆動する駆動法を提供するものである。

【0019】

【課題を解決するための手段】本発明においては、複数の走査電極と複数の信号電極がマトリクス状に形成され、電極の各交点にスイッチング素子が設けられた基板を用いて作製したアクティブマトリクス型液晶表示素子に、メモリ性を示す液晶を挟持し、メモリ性を有する液晶は表面安定化強誘電性液晶ではないものを用いる。

【0020】そして、駆動方法の第1の処理として、走査電極より信号を送ってスイッチング素子をオン状態にし、これと同期させて、求める表示に対応する正または負あるいはゼロの電圧を信号電極より送り、第2の処理として、一定時間 t_s 後に、再び走査電極より信号を送ってスイッチング素子をオン状態にし、これと同期させて、求める表示に対応する電圧を信号電極より送り、第2の処理において信号電極より送る電圧の極性は、第1の処理において信号電極より送る電圧とは逆極性で絶対値が同じであり、第3の処理として、さらに一定時間 t_s 後に、再び走査電極より信号を送ってスイッチング素子をオン状態にし、これと同期させて、液晶にかかる電圧がゼロとなるような信号を信号電極より送ることを特徴とする駆動方法が提供される。

【0021】

【発明の実施の形態】本発明の実施の形態を、1本の走査電極 $G_1, G_2, \dots, G_{n-1}, G_n, G_{n+1}, G_{n+2}, \dots, G_{n+k-1}, G_{n+k}$ と k 本の信号電極 $S_1, S_2, \dots, S_n, S_{n+1}, \dots, S_{n+k-1}, S_{n+k}$ がマトリクス状に形成され、その各交点に薄膜トランジスタ(TFT)を配列したアクティブマトリクス基板にメモリ液晶を組み合わせた図1に示すような液晶表示素子を

用いて説明する。

【0022】各交点のTFTのゲート電極は走査電極に接続され、ソース電極は信号電極に接続される。

$P_{1/1}, P_{1/2}, \dots, P_{1/n}, P_{2/1}, P_{2/2}, \dots, P_{2/n}, P_{3/1}, \dots, P_{3/n}, P_{4/1}, \dots, P_{4/n}, \dots$ などは各交点に形成されたTFTのドレイン電極に接続された画素を示す。

【0023】ここで、 G_n に接続された画素の表示を行う場合を考える。走査電極 G_n および信号電極には図2に示すような信号波形が送られる。このとき画素に印加される電圧波形は図2に示すようになる。

【0024】この図において、信号 G_n は、 n 本目の走査電極に印加される電圧波形を示す。この信号 G_n は、 t_0 の期間のパルス電圧を印加し、これを期間 t_1 の周期で繰り返す。

【0025】信号 S_m は、 m 本目の信号電極に印加される電圧波形を示す。この信号 S_m は、画素の表示したい状態に応じた電圧を印加する。

【0026】信号 S_{m+1} は、 $m+1$ 本目の信号電極に印加される電圧波形を示す。この信号 S_{m+1} は、画素の表示したい状態に応じた電圧を印加する。

【0027】信号 S_{m+2} は、 $m+2$ 本目の信号電極に印加される電圧波形を示す。この信号 S_{m+2} は、画素の表示したい状態に応じた電圧を印加する。

【0028】信号 $P_{n/m}$ は、 n 本目の走査電極と、 m 本目の信号電極の交点に位置する薄膜トランジスタ(TFT)を介して画素電極に印加される電圧波形を示す。この信号 $P_{n/m}$ は、走査電極 G_n に電圧が印加されている期間に、信号電極 S_m に印加されていた電圧が、 t_1 の期間、画素電極に印加されることになる。

【0029】信号 $P_{n/m+1}$ は、 n 本目の走査電極と、 $m+1$ 本目の信号電極の交点に位置する薄膜トランジスタ(TFT)を介して画素電極に印加される電圧波形を示す。この信号 $P_{n/m+1}$ は、走査電極 G_n に電圧が印加されている期間に、信号電極 S_{m+1} に印加されていた電圧が、 t_1 の期間、画素電極に印加されることになる。

【0030】信号 $P_{n/m+2}$ は、 n 本目の走査電極と、 $m+2$ 本目の信号電極の交点に位置する薄膜トランジスタ(TFT)を介して画素電極に印加される電圧波形を示す。この信号 $P_{n/m+2}$ は、走査電極 G_n に電圧が印加されている期間に、信号電極 S_{m+2} に印加されていた電圧が、 t_1 の期間、画素電極に印加されることになる。この場合、走査電極 G_n に電圧が印加されている期間に、信号電極 S_{m+1} に印加されていた電圧がゼロなので、画素電極には電圧が印加されないことになる。

【0031】まず、第1の処理として、 t_0 の時間、走査電極 G_n より信号を送ってTFTをオンにする。これに同期して、信号電極より、接続された画素の表示状態に応じたゼロまたは正の電圧を印加する。

【0032】次に第2の処理として、一定時間 t_1 後、

再び走査電極 G_n より t_0 の時間、信号を送ってTFTをオンにする。これに同期して、信号電極より、接続された画素の表示状態に応じたゼロまたは負の電圧を印加する。

【0033】さらに、第3の処理として、さらに一定時間 t_1 後に、再び走査電極 G_n より t_0 の時間、信号を送ってスイッチング素子をオン状態にし、これと同期させて、液晶にかかる電圧がゼロとなるような信号を信号電極より送る。

【0034】この場合、第2の処理において信号電極より送る電圧の極性は、第1の処理において信号電極より送る電圧とは逆極性で絶対値が同じであることが必要である。これは、液晶に印加される電圧の極性の偏りを防ぐために必要である。この具体例の場合、画素に印加される電圧波形は図2の $P_{n/m}, P_{n/m+1}, P_{n/m+2}$ に示すようになる。すなわち、 t_1 の時間、正またはゼロの電圧が印加され、これに続く t_1 の時間、負またはゼロの電圧が印加され、その後は電圧は印加されない。

【0035】以上説明したように、本発明の駆動法は表示内容を1回書き込むためにスイッチング素子を3回オンにするところに特色がある。

【0036】 t_1 はTFTによって液晶を挟む電極間に信号電極から入力される電荷を充電するのに必要な時間であり、例えば、 $16 \mu\text{sec}$ などの値を用いることができる。

【0037】 t_1 の時間は特に制限はないが、 16.7 msec 以下にしておけば特に好ましい。これは人間の目がフリッカを感じる周波数が 60 Hz 以下と言われているからである。それゆえ、 60 Hz 駆動、すなわち、 $t_1 < 16.7 \text{ msec}$ とすることによりフリッカは発生しない。

【0038】さて、液晶の応答速度を t_2 としたとき、 $t_2 < 2t_1$ であれば問題はないが、逆に、 $t_2 > 2t_1$ であると、電圧印加期間に液晶が十分応答できず、適切な表示が得られない。この場合には、上記の第1の処理から第3の処理までを複数回繰り返すことで問題を解決できる。

【0039】繰り返し回数を n とすると、 $t_2 < 2t_1 \cdot n$ が成り立つことが必要である。本駆動法を用いれば、単純マトリクス型の場合と違って、高速で表示できる。すなわち、1画面分の駆動信号は、 $t_0 \times 3 \times m$ の期間に送ることができ、例えば、 $t_0 = 16 \mu\text{sec}$ 、 $m = 1000$ 本とすると、 $t_0 \times 3 \times m = 16 \mu\text{sec} \times 3 \times 1000 = 48 \text{ msec}$

で信号を送ることができる。信号が送られた後、電極間に保持された電荷による電圧によって液晶が応答するわけで、例えば、液晶の応答時間が 16 msec より短い場合には、 16 msec が1画面の表示を得るための応答時間となる。また、液晶の応答速度が 16 msec よ

り長い場合には、液晶の応答時間が表示の応答時間となる。それゆえ、単純マトリクス例で示したような応答時間 (t_r)

$t_r = t_i \cdot m = 20 \text{ msec} \cdot 1000 = 20 \text{ sec}$
などよりはるかに速く表示ができることになる。

【0040】走査電極と信号電極の各交点に設けられるスイッチング素子としては、種々の素子が可能であるが、例えば、a-Si (アモルファス・シリコン) や p-poly-Si (ポリ・シリコン) を用いた薄膜トランジスタ (TFT)、プラズマアドレス型素子などが可能である。

【0041】本発明の駆動法によって、常に信号を送り続けることはもちろん可能である。消費電力の観点からは、これは好ましくない。消費電力の点からは、例えば、画面のうち表示内容を書き換えたい部分のみに信号を送るといふ、部分書き換え法が好ましい。この場合には、表示内容を書き換えたい画素に接続している走査電極と信号電極のみに信号を送れば良い。

【0042】あるいは、表示状態に変化があったとき、全画素に対して、第1の処理から第3の処理までを線順次で行う方法もある。

【0043】また、液晶のメモリ性が十分に長くないときには、表示状態の変化の有無にかかわらず、一定時間 t_i ごと、あるいは指令を行ったとき、全画素に対して、第1の処理から第3の処理までを線順次で行うとよい。 t_i は例えば、1分以上である。

【0044】また、対向電極 V_{com} に電圧を印加することによって液晶に印加される電圧を調整することも可能である。

*

【0045】尚、本発明の駆動法は、表面安定化強誘電性液晶には適用できない。表面安定化強誘電性液晶においては、スイッチングが電圧の極性によって制御されるため、本発明の駆動法では適切な表示が得られない。

【0046】

【発明の効果】本発明によれば、低消費電力で高速表示のできる液晶表示素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明のアクティブマトリクス型液晶表示素子の構成図である。

【図2】本発明における各種信号の波形を示す図である。

【図3】従来のメモリ性を有さない液晶をアクティブ駆動する場合の液晶表示素子の等価回路図である。

【図4】従来のメモリ性を有さない液晶をアクティブ駆動する場合の液晶表示素子の表示状態を示す図である。

【図5】従来のメモリ性を有さない液晶をアクティブ駆動する場合の駆動信号波形図である。

【図6】従来例でメモリ性を有する液晶を単純マトリクス駆動する場合の液晶表示素子の回路図である。

【図7】従来例でメモリ性を有する液晶を単純マトリクス駆動する場合の駆動信号波形図である。

【図8】従来例でメモリ性を有する液晶を単純マトリクス駆動する場合の液晶表示素子への印加電圧波形図である。

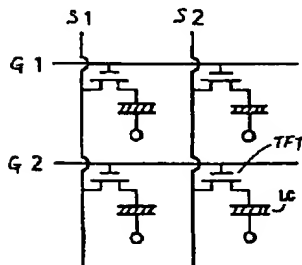
【符号の説明】

S_1, \dots, S_n 信号電極

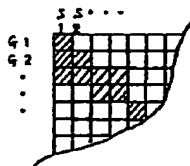
G_1, \dots, G_m 走査電極

$P_{1/1}, \dots, P_{1/n}$ 画素

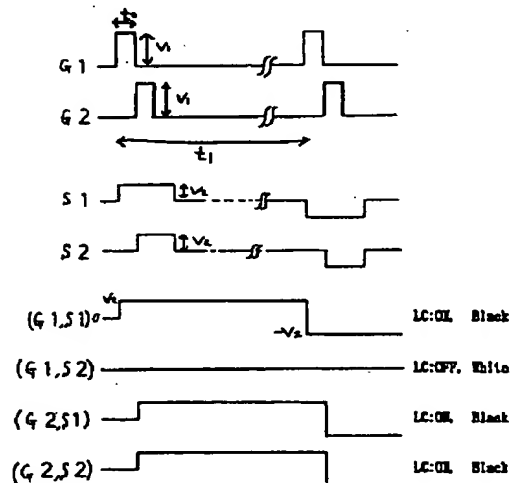
【図3】



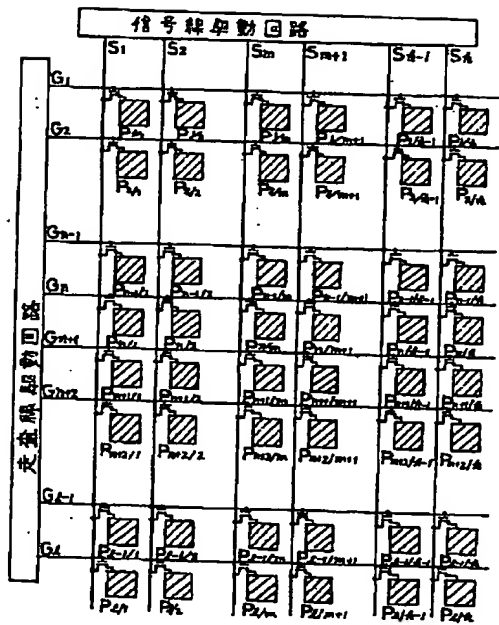
【図4】



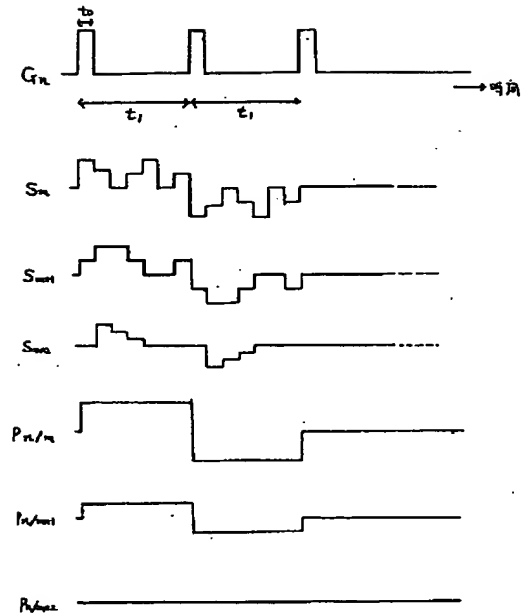
【図5】



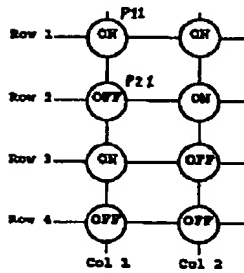
【圖1】



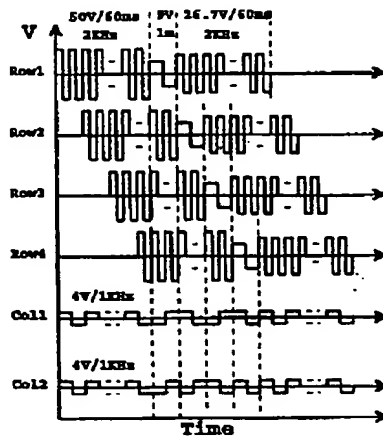
【図2】



【図6】



【図7】



【図8】



Japanese Patent Laid Open Publication No. 10-20280

Application No: 8-172026
Date of Application: July 2, 1996

This is a translation of the above-identified publication, from paragraph [0009] to paragraph [0014].

[0009] However, in using a reflective type liquid crystal display in which the above-described TFT-TN liquid crystal display is employed, a voltage must be applied to the liquid crystal display continuously while the liquid crystal display is displaying an image. Therefore, it is difficult to reduce the power consumption.

[0010] A way of solving the problem is applying no voltages while writing is not carried out. In order to realize this, liquid crystal with a memory property must be used. As liquid crystal with a memory property, 1) ferroelectric liquid crystal, 2) bistable nematic liquid crystal, 3) cholesteric/nematic phase transition type liquid crystal, 4) cholesteric/high-molecular composite type liquid crystal, etc. can be named.

[0011] When ferroelectric liquid crystal or bistable nematic liquid crystal is used as a display, a polarizer is usually combined. The transmission factor of a polarizer is 50% or less, and a bright image cannot be displayed. Thus, these kinds of liquid crystal are not suited to be used as reflective type displays. On the other hand, cholesteric/nematic phase transition type liquid crystal and

cholesteric/high-molecular composite type liquid crystal do not need to be combined with a polarizer, and these kinds of liquid crystal are suited to be used as reflective type displays.

[0012] Now referring to Figs. 6 to 8, a conventional simple-matrix driving method for liquid crystal with a memory property is described.

[0013] Fig. 6 shows an example of driving a liquid crystal display of a simple-matrix structure composed of scanning electrodes Row1 to Row4 and signal electrodes Col1 and Col2. Although specific voltage values will be given in the following description, these values are merely examples. As Fig. 7 shows, a voltage (50V) with a frequency of 2kHz is applied for 60msec., and thereafter, +9V and -9V are applied during a step for 1msec.

[0014] The scanning electrode to which the voltages +9V and -9V are applied is selected for the time. During this step, pixels P11 and P12 also receive signals through the signal electrodes, and voltage waves shown in Fig. 8 act on these pixels P11 and P12. On the pixel P11, voltages $\pm 13V$ are applied during the selection step, and the liquid crystal is turned ON. On the other hand, on the pixel P21, voltages $\pm 5V$ are applied during the selection step, and the liquid crystal is turned OFF. When the liquid crystal has a memory property, the content written in during this selection step is kept, and the pixels P11 and P12 stay ON and OFF respectively.

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.